

#3
D2118
1-20-02

Docket No.: 48864-041

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Takayuki HAMAGUCHI

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: August 10, 2001

Examiner:

For: METHOD AND APPARATUS FOR GENERATING THREE-DIMENSIONAL DATA

11017 U.S. PTO
09/925742
08/10/01

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

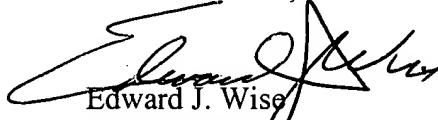
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority
of:

Japanese Patent Application No. 2000-243860,
Filed August 11, 2000

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Edward J. Wise
Registration No. 34,523

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 EJW:ykg
Date: August 10, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

48864-041
AUGUST 10, 2001

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

HAMAGUCHI
Dermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-243860

出 願 人

Applicant(s):

ミノルタ株式会社

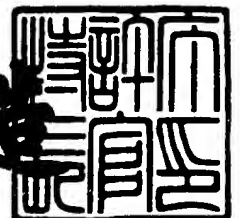
11017 U.S. PTO
09/925742
08/10/01

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03702

【提出日】 平成12年 8月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明の名称】 3次元データ生成装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 浜口 敬行

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元データ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画像データについて勾配法によって互いの対応点を探索する第一の探索手段と、

複数の画像データについて相関法によって互いの対応点を探索する第二の探索手段と、

前記いずれか一方の探索手段を選択する選択手段と、

前記いずれか一方の探索手段によって得られた探索結果に基づいて3次元データを生成する3次元データ生成手段と、

を有してなることを特徴とする3次元データ生成装置。

【請求項2】

複数の撮像手段を有してなる、

請求項1記載の3次元データ生成装置。

【請求項3】

被写体の種類を判別する被写体判別手段を有し、

前記選択手段は、当該被写体判別手段による判別結果に基づいて前記いずれか一方の探索手段を選択する、

請求項1または2記載の3次元データ生成装置。

【請求項4】

前記被写体判別手段は、被写体が人間であるか否かを判別し、

前記選択手段は、被写体が人間である場合は前記第一の探索手段を選択し、被写体が人間でない場合は前記第二の探索手段を選択する、

請求項3記載の3次元データ生成装置。

【請求項5】

前記被写体判別手段は、被写体の色を検出し、被写体に所定量の肌色が含まれている場合は被写体が人間であると判別する、

請求項4記載の3次元データ生成装置。

【請求項 6】

被写体の輝度勾配を算出する輝度勾配算出手段を有し、

前記選択手段は、算出された輝度勾配が所定値よりも小さい場合は前記第一の探索手段を選択し、算出された輝度勾配が所定値よりも大きい場合は前記第二の探索手段を選択する、

請求項 1 または 2 記載の 3 次元データ生成装置。

【請求項 7】

複数の撮像手段と、

複数の画像データについて勾配法によって互いの対応点を探索する第一の探索手段と、

複数の画像データについて相関法によって互いの対応点を探索する第二の探索手段と、

前記第一の探索手段および前記第二の探索手段のそれぞれの探索結果の信頼性を求める信頼性演算手段と、

前記信頼性演算手段による演算結果に基づいて前記第一の探索手段の探索結果または前記第二の探索手段の探索結果のいずれか一方を選択する信頼性判定手段と、

前記探索結果選択手段によって選択された探索結果に基づいて、3 次元データを生成する 3 次元データ生成手段と、

を有してなることを特徴とする 3 次元データ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、対象物である被写体についてステレオ撮影された 2 つの画像などのように、内容の類似する 2 つの画像について、勾配法または相関法などによって互いの対応点を探索し、3 次元データを生成する装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、複数台のカメラを用いるなどして被写体についての複数の画像を取

得し、これらの画像から3次元データを生成する技術が知られている。3次元データを生成するにあたって、1つの画像の任意の点が他の画像のどの点に対応するかを探索すること、つまり、互いの対応点を探索することが重要となる。対応点の探索方法として、相関法が最もよく知られている。

【0003】

相関法は、1つの画像を基準画像とし、他の画像から基準画像とよく似たパターンの領域を見つけることによって対応点を探索する。例えば、基準画像の中から小さな一つの領域を基準ウインドウとして抽出し、基準ウインドウを構成する各点とよく似た輝度を持つウインドウを他の画像から探索する。その他、エッジ線上の輝度の相関より対応点を探索する方法、ウインドウのサイズを変更する方法、または画像を2値化して相関を求める方法などの応用がある。

【0004】

対応点を探索する他の方法として勾配法がある。類似した複数の画像中の同一の座標の点に注目し、その点に隣接した領域の輝度勾配から対応点を探索する方法である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

相関法は、輝度または色の濃淡の変化の大きい被写体の対応点を探索するのに優れる。しかし、上に述べたいずれの方法を応用しても、輝度の変化の乏しい被写体またはコントラストの低い被写体の対応点を探索することは難しい。したがって、人の顔などを3次元データ化するには相関法は適さない。

【0006】

これに対し、勾配法は、相関法と比べて計算時間が短く、低輝度および低コントラストに強く、被写体が理想的な状態であった場合にサブピクセルでも正確な対応をとることができる。しかし、輝度または色の濃淡の段差やCCDノイズに弱く、オクルージョンのある場合に対応点の誤対応を起こしてしまうという短所がある。したがって、球体または円筒形などの工業製品、表面が金属またはガラスなどでできた工業製品などについて、3次元データ化するには勾配法は適さない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたもので、被写体がどのようなものであっても、つまり例えば人間の顔であったり工業製品であったりしても、信頼性の高い3次元データを生成することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る3次元データ生成装置は、複数の画像データについて勾配法によって互いの対応点を探索する第一の探索手段と、複数の画像データについて相関法によって互いの対応点を探索する第二の探索手段と、前記いずれか一方の探索手段を選択する選択手段と、前記いずれか一方の探索手段によって得られた探索結果に基づいて3次元データを生成する3次元データ生成手段と、を有してなる。

【 0 0 0 9 】

好ましい実施形態では、複数の撮像手段が備えられる。

いずれか一方の探索手段を選択するためには、例えば、被写体の種類を判別する被写体判別手段を有し、前記選択手段は、当該被写体判別手段による判別結果に基づいて前記いずれか一方の探索手段を選択するようにすればよい。

【 0 0 1 0 】

被写体が人間であるか否かを判別し、前記選択手段は、被写体が人間である場合は前記第一の探索手段を選択し、被写体が人間でない場合は前記第二の探索手段を選択するようにしてもよい。

【 0 0 1 1 】

1つの実施形態によれば、前記被写体判別手段は、被写体の色を検出し、被写体に所定量の肌色が含まれている場合は被写体が人間であると判別する。

他の実施形態によれば、被写体の輝度勾配を算出する輝度勾配算出手段を有し、前記選択手段は、算出された輝度勾配が所定値よりも小さい場合は前記第一の探索手段を選択し、算出された輝度勾配が所定値よりも大きい場合は前記第二の探索手段を選択する。

【 0 0 1 2 】

さらに他の実施形態によれば、本発明に係る 3 次元データ生成装置は、複数の撮像手段と、複数の画像データについて勾配法によって互いの対応点を探索する第一の探索手段と、複数の画像データについて相関法によって互いの対応点を探索する第二の探索手段と、前記第一の探索手段および前記第二の探索手段のそれぞれの探索結果の信頼性を求める信頼性演算手段と、前記信頼性演算手段による演算結果に基づいて、前記第一の探索手段の探索結果または前記第二の探索手段の探索結果のいずれか一方を選択する信頼性判定手段と、前記探索結果選択手段によって選択された探索結果に基づいて 3 次元データを生成する 3 次元データ生成手段と、を有してなる。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

〔第一の実施形態〕

第一の実施形態では、3 次元データ D T 3 を生成するための探索手段の選択を、被写体の色を検出して行う。

【 0 0 1 4 】

図 1 は本発明の第一の実施形態の 3 次元データ生成装置 1 の外観を示す図、図 2 は第一の実施形態における 3 次元データ生成装置 1 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 5 】

図 1 および図 2 に示すように、3 次元データ生成装置 1 は、2 つの画像入力部 2 1 および処理部 3 A によって構成される。

図 2 に示すように、画像入力部 2 1 は、光学系 1 2 p、撮像素子 1 2 q、および図示しない制御回路などからなるカメラ 1 2 などによって構成され、2 次元の画像データ D T 2 を生成する。光学系 1 2 p は、種々のレンズおよび絞りなどからなり、被写体 Q からの光を受光して撮像素子 1 2 q に結像させる。撮像素子 1 2 q は、被写体 Q の像を電気信号に変換する。撮像素子 1 2 q として、CCD 型固体撮像素子などが用いられる。画像信号は、図示しない A/D コンバータによってデジタルデータに変換され、画像データとなる。

【 0 0 1 6 】

処理部 3 A は、表示装置 1 1、入力装置、CPU、RAM、ROM、制御回路などの装置、および制御プログラムなどのソフトウェアなどによって構成される。これらの装置などによって、2つの画像データメモリ 3 1、被写体判別部 3 2 S、探索手段選択部 3 3 S、第一対応点探索部 3 4、第二対応点探索部 3 5、3次元データ生成部 3 6、3次元データメモリ 3 7、および画像表示部 3 8などの機能が実現される。

【 0 0 1 7 】

画像データメモリ 3 1 は、画像入力部によって生成された画像データ DT 2 を記憶する。

被写体判別部 3 2 S は、被写体 Q の色を検出し、被写体 Q に所定の色が所定量含まれているか否かを調べることによって、被写体 Q の種類を判別する。

【 0 0 1 8 】

被写体 Q に含まれる色の量は、例えば、画像入力部 2 1 によって取得された画像データ DT 2 を構成する画素が持つ色情報の平均値求めることによって得られる。被写体 Q の特徴は画像の中心付近に表れるので、被写体 Q の中心付近の画素のみについて色の量を算出してもよい。画像データは、色の検出および色の量の算出にのみ用いられるので、解像度の低いものであってもよい。色情報は、一般に次の (1) 式に示す色方程式 $c(C)$ によって表される。

【 0 0 1 9 】

$$c(C) \equiv r(R) + g(G) + b(B) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $r(R)$ 、 $g(G)$ 、 $b(B)$ は、それぞれ光の三原色である赤色、緑色、青色の量を表す関数である。 $r(R)$ 、 $g(G)$ 、 $b(B)$ が 8 ビットである場合は、関数のパラメータである R 、 G 、 B は、0 から 255 の範囲の整数値で指定される。 $r(R)$ 、 $g(G)$ 、 $b(B)$ は、 R 、 G 、 B に比例して、それぞれ、赤色、緑色、青色の量を増す。 $R=0$ 、 $G=0$ 、 $B=0$ のとき、 $c(C)$ は黒色となり、 $R=255$ 、 $G=255$ 、 $B=255$ のとき、 $c(C)$ は白色となる。

【 0 0 2 0 】

被写体 Q が人間であるか否かを判別する場合は、画像データ DT 2 の中のある

領域、例えば画像の中心付近の領域の画素についての $c(C)$ が特定の色に相当するか否かを調べればよい。本実施形態では、 $c(C)$ が肌色である場合に人間であると判別する。 $c(C)$ が肌色に相当する値であるための条件は、 $R \doteq 250$ 、 $G \doteq 240$ 、 $B \doteq 150$ である。これらの値または値の取り得る範囲は、撮影条件などに応じて適宜変更可能である。

【0021】

探索手段選択部 33S は、被写体判別部 32S による判別の結果に基づいて、対応点の探索に勾配法を用いる第一対応点探索部 34 または相関法を用いる第二対応点探索部 35 のうち、いずれか一方の探索手段を選択する。例えば、被写体 Q が人間であるという結果が得られた場合は第一対応点探索部 34 を選択し、被写体 Q が人間でないという結果が得られた場合は第二対応点探索部 35 を選択する。

【0022】

第一対応点探索部 34 は、複数の画像データ DT2 について勾配法によって互いの対応点を探索する。第二対応点探索部 35 は、複数の画像データ DT2 について相関法によって互いの対応点を探索する。これらの探索手段については、後に説明する。

【0023】

3次元データ生成部 36 は、第一対応点探索部 34 または第二対応点探索部 35 によって得られた探索結果に基づいて、3次元データ DT3 を生成する。すなわち、複数の画像データ DT2 についての互いの対応点に基づいて3次元再構成を行うことにより、3次元データ DT3 を生成する。3次元データメモリ 37 は、3次元データ DT3 を記憶する。

【0024】

画像表示部 38 は、3次元データ DT3 を基に3次元画像を表示装置 11 に表示する。表示装置 11 として、液晶ディスプレイなどが用いられる。

ここで、第一対応点探索部 34 における勾配法による対応点探索について説明する。

【0025】

図 3 は 2 つの画像データ D T 2 の例を示す図、図 4 は輝度勾配の式をグラフで示した図、図 5 はウインドウ W A、W B を拡大して示す図、図 6 は注目画素 G A、G B とその周辺の画素を示す図、図 7 は多重解像度画像を用いる方法の例を説明する図である。

【 0 0 2 6 】

図 3 に示す画像データ D T 2 a、D T 2 b は、別々の画像入力部 2 1 によって生成された画像データ D T 2 である。画像データ D T 2 b を基準画像とし、他方の画像データ D T 2 a を参照画像とする。画像データ D T 2 a、D T 2 b は、それぞれ被写体 Q の画像 Q A、Q B を含んでいる。画像データ D T 2 a、D T 2 b には、それぞれ、ウインドウ W A、W B が設定されている。ウインドウ W B は、基準画像内に設定した基準ウインドウであり、ウインドウ W A は参照画像内に設定した参照ウインドウである。ここでは、ウインドウ W A、W B は、被写体 Q の右眼を含んだ位置にある。

【 0 0 2 7 】

図 5 に示すように、ウインドウ W A、W B は、 9×9 画素で構成されている。なお、ウインドウ W A、W B を 3×3 画素、 5×5 画素、 7×7 画素、その他の画素構成としてもよい。注目画素 G A、G B は、それぞれウインドウ W A、W B 内の同一の座標上に位置する画素である。図 6 に示すように、画素 G A の垂直方向およびその反対方向、水平方向およびその反対方向に隣り合う画素をそれぞれ、画素 G A 1、G A 2、G A 3、G A 4 とする。画素 G B も同様に、画素 G B 1、G B 2、G B 3、G B 4 と隣り合う。

【 0 0 2 8 】

対応点を探索する目的は、基準画像内の被写体 Q の画像 Q B 上の全ての点に対応する点を参照画像において見つけることである。

参照画像と基準画像とを重ね合わせた際に、互いの対応点を結んだベクトルを対応ベクトルと呼ぶ。対応ベクトルは、基準画像上の点を基点とし、参照画像上の点を終点とする。つまり、対応ベクトルはウインドウ W B、W A の画像のずれをあらわしており、次の (2) 式の関係性を有する。

【 0 0 2 9 】

$$dE/dt = Exu + Eyv + Et = 0 \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 $Exu = \partial E / \partial x$ 、 $Eyv = \partial E / \partial y$ 、 $u = \partial x / \partial t$ 、 $v = \partial y / \partial t$ である。Eは輝度、xは画像の水平方向の座標、yは垂直方向の座標、tは時間をそれぞれ表す。ただし、本実施形態においては、取り扱う画像はステレオ画像であるので、tは2つのカメラ12の間の距離に相当する。

【0030】

図3に示す左右の画像QA、QBは、被写体Qのほぼ同じ部分を撮像したものであるから、着目している左右の画像QA、QB上の同一の座標の点の輝度勾配は等しいと仮定することができる。

【0031】

(2)式は、未知数が2つであるのに対して方程式が1つしかないので、図4に示すように対応ベクトルが直線上に乗ることのみを示している。そのため、対応ベクトルを求めるには、もう1つの拘束が必要となる。そこで、ある範囲、隣接する範囲内において、u、vが共通であると仮定して解く。しかし、量子化誤差または撮像素子のノイズなどにより解が安定しない。したがって、通常は、ある大きさのウィンドウ内において対応ベクトルは同じであると仮定し、最小二乗法により求める。

【0032】

全ての画素についての対応ベクトルu、vが互いに同じであるとする、図5に示すように、(2)式の方程式が81通りできる。これらの方程式を最小二乗法を使って解くことによって、対応ベクトルu、vを求めることができる。

【0033】

例えば、画素GA、GBについて(2)式のEx、Ey、Etは、次の(4)～(6)式のように表される。

$$Ex = \{ ([GA1] - [GA2]) + ([GB1] - [GB2]) \} / 2 \quad \dots\dots (4)$$

$$Ey = \{ ([GA3] - [GA4]) + ([GB3] - [GB4]) \} / 2 \quad \dots\dots (5)$$

$$Et = [GB] - [GA] \quad \dots\dots (6)$$

ただし、[GA1]の表記は、図6に示す画素GA1の輝度値を表す。その他の表記も同様である。

【0034】

他の画素についても、同様に、 E_x 、 E_y 、 E_t を求める。

しかし、上に述べた方法で対応ベクトルを求めた場合は、せいぜい2～3画素以内の画像のずれ量しか精度よく計測できない。つまり、例えば視差が大きいために同一点が数画素以上もずれている場合は、正確な対応点を求めることができない。これは、勾配法における前提条件からの制約であり、対応点を求めるためには、参照画像と基準画像とが類似するものでなければならない。

【0035】

そこで、対応点がより離れている場合に、その対応点を正確に探索するための方法として、多重解像度画像を用いる。多重解像度画像を用いる方法それ自体は従来より公知である。

【0036】

図7に示すように、多重解像度画像FMは、元の画像Fと、それを $(1/2)^2$ 、 $(1/4)^2$ 、 $(1/8)^2$ などのようにそれぞれ圧縮して得られた、解像度（分解能）の低い複数種類の画像F1、F2、F3からなる。解像度の低い画像は、解像度の高い画像よりも画素数が小さくなる。解像度の高い画像を下方に配置してその上に解像度の低い画像を順に配置すると、ピラミッド形になる。つまり、多重解像度画像FMは画像ピラミッドを形成する。

【0037】

多重解像度画像FMによると、解像度が高いときつまり画素数が大きいとき2つの画像DT2a、DT2b間で遠く離れた2点であっても、解像度が低いときつまり画素数が小さいときには近くなる。したがって、ずれ量を低解像度から高解像度へと伝搬することにより、勾配法で対応点を正確に求めることのできる範囲が広がることとなる。

【0038】

このような多重解像度画像を用いる場合は、まず、解像度の最も低い画像で対応ベクトルを求める。次に、求めた対応ベクトルを初期値として、次に解像度の

低い画像で対応ベクトルを求める。このプロセスを繰り返していくことにより、被写体Q上の同一点が2つの画像DT2a、DT2bで大きくずれている場合であっても、最終的には高い解像度で対応ベクトルを求めることができる。

【0039】

次に、第二対応点探索部35における相関法による対応点探索について説明する。

図8はエピポールラインELを用いた探索の概念を示す図、図9は相関値とずれ量との関係を示す図である。

【0040】

相関法は、2つの画像データのウインドウ間の相関関係を計算し、相関の高いウインドウを探索する手法である。

相関の計算において、相関値が最小値をとるウインドウを探す。相関値は、各ウインドウの対応する点どうしの差を足し合わせるにより求める。ステレオ視の場合は、対応するウインドウはエピポールライン上にあることが幾何学的に分かるので、探索はエピポールライン上でのみ行われる。

【0041】

図8において、左側の画像データDT2aにおいて、ウインドウWaを画像データDT2a内を左上端から右下端へ向かって移動させ、それぞれの位置におけるウインドウWaに対応するウインドウWbを右側の画像データDT2bの中から探す。右側の画像データDT2b内のウインドウWbは、左側の画像DT2aと同じ座標位置から順に1画素ずつずらしていく。このとき、左右のウインドウWa、Wbの相関値を計算し、最も相関値の小さい点を探す。このずれ量を、左側の画像データDT2aで移動させたすべての点について求めることにより、ずれ量のMAPを作成する。このずれ量は、ステレオ視の場合の視差に相当するので、視差MAPと呼称される。

【0042】

図9において、横軸がずれ量であり、縦軸が相関値である。実線で示すグラフでは、ずれ量が7画素のときに相関値が最も小さいので、7画素離れたウインドウが最も相関があることが分かる。つまり、この計算で求まる視差は7画素であ

る。

【 0 0 4 3 】

このように、相関法では画素レベルで求まる。しかし、視差が画素値と一致するとは限らない。そこで、相関法でサブピクセルレベルの視差を求めるために、実線のグラフを補間する。補間の1つの方法は、最小値に近い4点に注目し、2点ずつを結んでできる直線の交点の位置を最小値とする方法である。

【 0 0 4 4 】

このような方法により補間を行うと、図9に破線で示すように、視差は7.3画素となる。

次に、フローチャートを参照して、第一の実施形態における3次元データDT3の生成の処理を説明する。

【 0 0 4 5 】

図10は第一の実施形態における3次元データDT3の生成の処理の流れを示すフローチャートである。

図10に示すように、2つの画像入力部21によって2つの画像データDT2を取得する(#11)。被写体Qの撮像に用いられるカメラ12は、予めキャリブレーションが行われており、投影行列、レンズの収差などのカメラパラメータが予め分かっている。運動している被写体Qを撮像する場合は、1台のカメラで単眼視して連続して撮像を行ってもよい。

【 0 0 4 6 】

取得した画像データDT2を基に被写体Qの肌色の量を検出し(#12)、被写体Qが人間であるか否かを判別する(#13)。

被写体Qが人間であると判別された場合は、第一対応点探索部34によって、つまり勾配法を用いて画像データDT2a、DT2bの対応点を探索する(#14)。被写体Qが人間であると判別されなかった場合は、第二対応点探索部35によって、つまり相関法を用いて画像データDT2a、DT2bの対応点を探索する(#15)。

【 0 0 4 7 】

そして、ステップ#15、16のいずれか一方の探索結果に基づいて3次元デ

ータDT3が生成される（＃16）。

以上のように、被写体Qの色を検出して被写体Qの種類を判別し、判別結果に基づいて対応点の探索手段を選択することによって、信頼性の高い3次元データDT3を生成することができる。

【0048】

なお、被写体Qが人間であるか否かを判別する際に、本実施形態では被写体Qが肌色か否かを判断したが、他の色であるか否かを判断してもよい。また、被写体Qについての各画素からr（R）のみを抽出すると、目、鼻、額または頬などの特徴が赤色の濃淡として表れる。この濃淡から、被写体Qが人間であるか否かを判別してもよい。その他、被写体Qから放射される赤外線など種々の情報を基に種々の方法によって判断してもよい。

〔第二の実施形態〕

第一の実施形態では、3次元データDT3を生成するための探索手段の選択を、被写体の色を検出することによって行ったが、第二の実施形態では、被写体の輝度勾配を算出することによって行う。

【0049】

図11は第二の実施形態における本発明に係る3次元データ生成装置1Bの構成を示すブロック図である。

図11に示すように、3次元データ生成装置1Bは、2つの画像入力部21および処理部3Bによって構成される。画像入力部21については、第一の実施形態で説明した通りである。

【0050】

処理部3Bは、第一の実施形態の処理部3Aと同様に構成されるが、しかし、これによって、輝度勾配算出部23Tおよび探索手段選択部24Tが設けられる。また、第一の実施形態と同様に、2つの画像データメモリ31、第一対応点探索部34、第二対応点探索部35、3次元データ生成部36、3次元データメモリ37、および画像表示部38などの機能が実現される。

【0051】

輝度勾配算出部23Tは、画像データDT2を基に被写体Qの輝度勾配を算出

する。水平方向の輝度勾配 E_x は (4) 式、垂直方向の輝度勾配 E_y は (5) 式によって算出される。画像データ DT 2 の幾つかの点について輝度勾配 E_x 、 E_y を算出し、その平均値を採るなどして、被写体 Q の輝度勾配を算出すればよい。なお、(4) 式および (5) 式では、2 つの画像データ DT 2 を用いているが、2 つの画像データ DT 2 は被写体 Q のほぼ同じ部分を撮像して得られたものであるから、いずれか一方のみを用いて算出してもよい。

【 0 0 5 2 】

探索手段選択部 2 4 T は、輝度勾配算出部 2 3 T による判別の結果に基づいて、第一対応点探索部 3 4 または第二対応点探索部 3 5 のうちいずれか一方の探索手段を選択する。輝度勾配が所定の値よりも低い場合は第一対応点探索部 3 4 を選択し、輝度勾配が所定の値よりも高い場合は第二対応点探索部 3 5 を選択する。

【 0 0 5 3 】

次に、フローチャートを参照して、第二の実施形態における 3 次元データ DT 3 の生成の処理を説明する。

図 1 2 は第二の実施形態における 3 次元データ DT 3 の生成の処理を示すフローチャートである。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 に示すように、第一の実施形態と同様に、2 つの画像入力部 2 1 によって 2 つの画像データ DT 2 を取得する (# 2 1)。

取得した画像データ DT 2 を基に被写体 Q の輝度勾配を算出し (# 2 2)、算出結果が所定の値よりも高いか否かを判別する (# 2 3)。

【 0 0 5 5 】

所定の値よりも高い場合は、第二の探索手段 2 5 によって、つまり相関法を用いて、画像データ DT 2 a、DT 2 b の対応点を探索する (# 2 4)。所定の値よりも低い場合は、第一の探索手段 2 6 によって、つまり勾配法を用いて、画像データ DT 2 a、DT 2 b の対応点を探索する (# 2 5)。

【 0 0 5 6 】

そして、第一の実施形態と同様に、探索結果に基づいて 3 次元データ DT 3 が

生成される（＃ 2 6）。

以上のように、被写体 Q の輝度勾配を算出し、算出結果に基づいて対応点の探索手段を選択することによって、信頼性の高い 3 次元データ D T 3 を生成することができる。

〔第三の実施形態〕

第一の実施形態および第二の実施形態では、2 つの探索手段のうちいずれか一方のみを用いて 3 次元データ D T 3 の生成を行ったが、第三の実施形態では、両方の探索手段によって対応点探索を行い、信頼性の高いほうの探索結果を用いて 3 次元データ D T 3 の生成を行う。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 は本発明に係る 3 次元データ生成装置 1 C の外観を示す図、図 1 4 は第三の実施形態における 3 次元データ生成装置 1 C の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 および図 1 4 に示すように、3 次元データ生成装置 1 C は、2 つの画像入力部 2 1 および処理部 3 C によって構成される。それぞれの画像入力部 2 1 については、第一の実施形態で説明した通りである。

【 0 0 5 9 】

処理部 3 C は、第一の実施形態の処理部 3 A と同様に構成されるが、しかし、これによって、3 つの画像データメモリ 3 1、信頼性演算部 2 3 U、信頼性判定部 2 4 U、および 3 次元データ生成部 3 6 U が設けられる。また、第一の実施形態と同様に、第一対応点探索部 3 4、第二対応点探索部 3 5、3 次元データメモリ 3 7、および画像表示部 3 8 などの機能が実現される。

【 0 0 6 0 】

信頼性演算部 2 3 U は、第一対応点探索部 3 4 および第二対応点探索部 3 5 による各探索結果の信頼性を求める。探索結果の信頼性を求める方法については、後で説明する。

【 0 0 6 1 】

信頼性判定部 2 4 U は、第一対応点探索部 3 4 および第二対応点探索部 3 5 に

よるそれぞれの探索結果の信頼性を比較し、いずれの信頼性が高いかを判別する。

【0062】

3次元データ生成部36Uは、信頼性判定部24Uによる判定の結果、信頼性の高い方の探索結果に基づいて3次元再構成を行い、3次元データDT3を生成する。

【0063】

ここで、探索結果の信頼性を求める方法についてフローチャートおよび図面を参照して説明する。

図15は探索結果の信頼性を求める方法の例を説明する図である。

【0064】

図15に示す画像データDT2e、DT2f、DT2gは、別々の画像入力部21によって生成された画像データDT2である。点Pt1は画像データDT2eに含まれる任意の点、点Pt2、Pt3はそれぞれ点Pt1に対応する画像データDT2f、DT2g上の点である。点Pt12は点Pt1、点Pt2を基に求められる3次元座標の点である。点Pt3'は、点Pt12を画像データDT2gに投影した点である。

【0065】

図16は、探索結果の信頼性を求める処理の流れを示すフローチャートである。

図16において、画像データDT2e上の点Pt1に対応する画像データDT2f、DT2g上の点を探索し、点Pt2、Pt3を取得する(#91)。

【0066】

点Pt1、Pt2を基に3次元座標の点Pt12を算出する(#92)。そして、点Pt12を画像データDT2gに投影し、点Pt3'を取得する(#93)。このとき、理想的には点Pt3と点Pt3'とは一致するはずである。しかし、キャリブレーション誤差またはカメラ12の特性などの影響を受けて、現実には点Pt3と点Pt3'とは一致しない。

【0067】

点 P t 3 と点 P t 3' とを比較して両者のずれを求め、探索結果の信頼性を得する（＃ 9 4）。ずれが小さいほど信頼性が高い。

次に、フローチャートを参照して、第三の実施形態における 3 次元データ D T 3 の生成の処理を説明する。

【 0 0 6 8 】

図 1 7 は、第三の実施形態における 3 次元データ D T 3 の生成の処理の流れを示すフローチャートである。

図 1 7 に示すように、3 つの画像入力部 2 1 によって 3 つの画像データ D T 2 を取得する（＃ 3 1）。

【 0 0 6 9 】

第一対応点探索部 3 4、第二対応点探索部 3 5 によってそれぞれ対応点の探索を行い（＃ 3 2）、それぞれの探索結果の信頼性を算出する（＃ 3 3）。

2 つの算出結果を基に第一対応点探索部 3 4 の探索結果、第二対応点探索部 3 5 の探索結果のいずれのほうの信頼性が高いかを判断する（＃ 3 4）。信頼性の高い方を選択する（＃ 3 5, 3 6）。

【 0 0 7 0 】

そして、選択された探索結果を基に 3 次元データ D T 3 を生成する（＃ 3 7）。

以上のように、第一対応点探索部 3 4 の探索結果の信頼性と第二対応点探索部 3 5 の探索結果の信頼性とを比較し、信頼性の高いほうの探索結果を基に 3 次元データ D T 3 を生成することにより、より信頼性の高い 3 次元データ D T 3 を生成することができる。

【 0 0 7 1 】

なお、本実施形態では、探索結果の信頼性の比較を探索結果の全体を対象として行っているが、部分領域ごとに分けて行ってもよい。

つまり、複数の部分領域について、それぞれ第一対応点探索部 3 4 の探索結果の信頼性と第二対応点探索部 3 5 の探索結果の信頼性とを取得し、両者を比較し、信頼性の高いほうを選択する。そして、それぞれの信頼性の高いほうの探索結果を合成し、3 次元再構成を行い、3 次元データ D T 3 を生成する。

【 0 0 7 2 】

これにより、第一対応点探索部 3 4 の探索結果または第二対応点探索部 3 5 から信頼性の高い部分を選択することができ、より精度の高い 3 次元データ D T 3 を生成することができる。

【 0 0 7 3 】

上に述べた 3 つの実施形態において、画像データ D T 2 から背景に該当する部分を予め除去してもよい。背景を除去する処理は、公知の方法を含む種々の方法によって行えばよい。背景を除去することにより、冗長なデータをなくし、対応点探索において誤対応を低減することができる。

【 0 0 7 4 】

上に述べた 3 つの実施形態では、画像入力部 2 1 と処理部 3 とを一体にして 3 次元データ生成装置 1、1 B、1 C を構成したが、画像入力部 2 1 と処理部 3 とを分離して構成してもよい。例えば、3 次元データ生成装置 1、1 B、1 C を互いに接続可能な多眼入力カメラとパソコンなどのコンピュータとによって構成し、多眼入力カメラによって複数の画像入力部 2 1 を実現し、コンピュータによって処理部 3 を実現してもよい。このように、3 次元データの生成など負担の大きい処理をコンピュータによって行うことにより、多眼入力カメラに必要な機能および装置を減らすことができ、多眼入力カメラの携帯性を向上させることができる。

【 0 0 7 5 】

その他、3 次元データ生成装置 1、1 B、1 C の全体または各部の構成、個数、処理内容または処理順序などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更することができる。

【 0 0 7 6 】

【発明の効果】

本発明によると、被写体がどのようなものであっても、つまり例えば人間の顔であったり工業製品であったりしても、信頼性の高い 3 次元データを生成することができる。

【 0 0 7 7 】

請求項 3 ないし請求項 6 の発明によると、複数の画像データについての対応点探索に好適な探索手段を容易に選択することができる。

請求項 7 の発明によると、信頼性の高い対応点の探索結果を選択し、精度の高い 3 次元データを生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第一の実施形態の 3 次元データ生成装置の外観を示す図である。

【図 2】

第一の実施形態における 3 次元データ生成装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】

2 つの画像データの例を示す図である。

【図 4】

輝度勾配の式をグラフで示した図である。

【図 5】

ウィンドウを拡大して示す図である。

【図 6】

注目画素とその周辺の画素を示す図である。

【図 7】

多重解像度画像を用いる方法の例を説明する図である。

【図 8】

エピボールラインを用いた探索の概念を示す図である。

【図 9】

相関値とずれ量との関係を示す図である。

【図 10】

第一の実施形態における 3 次元データの生成の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 11】

第二の実施形態における 3 次元データ生成装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 2】

第二の実施形態における 3 次元データの生成の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 3】

本発明の第三の実施形態の 3 次元データ生成装置の外観を示す図である。

【図 1 4】

第三の実施形態における 3 次元データ生成装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 5】

探索結果の信頼性を求める方法の例を説明する図である。

【図 1 6】

探索結果の信頼性を求める処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 7】

第三の実施形態における 3 次元データの生成の処理の流れを示すフローチャートである。

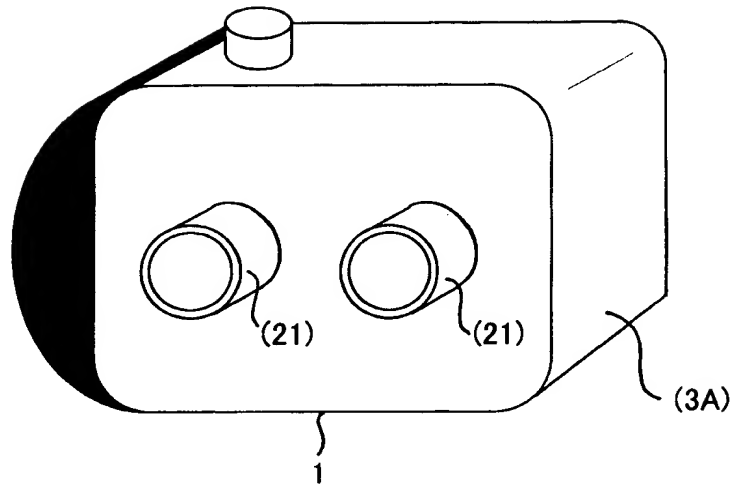
【符号の説明】

- 1、1 B、1 C 3 次元データ生成装置
- 2 1 画像入力部（撮像手段）
- 2 3 S 被写体判別部（被写体判別手段）
- 2 4 S、2 4 T 探索手段選択部（選択手段）
- 2 5 第一対応点探索部（第一の探索手段）
- 2 6 第二対応点探索部（第二の探索手段）
- 2 7 3 次元データ生成部（3 次元データ生成手段）
- 2 3 T 輝度勾配算出部（輝度勾配算出手段）
- 2 3 U 信頼性演算部（信頼性演算手段）
- 2 4 U 信頼性判定部（信頼性判定手段）

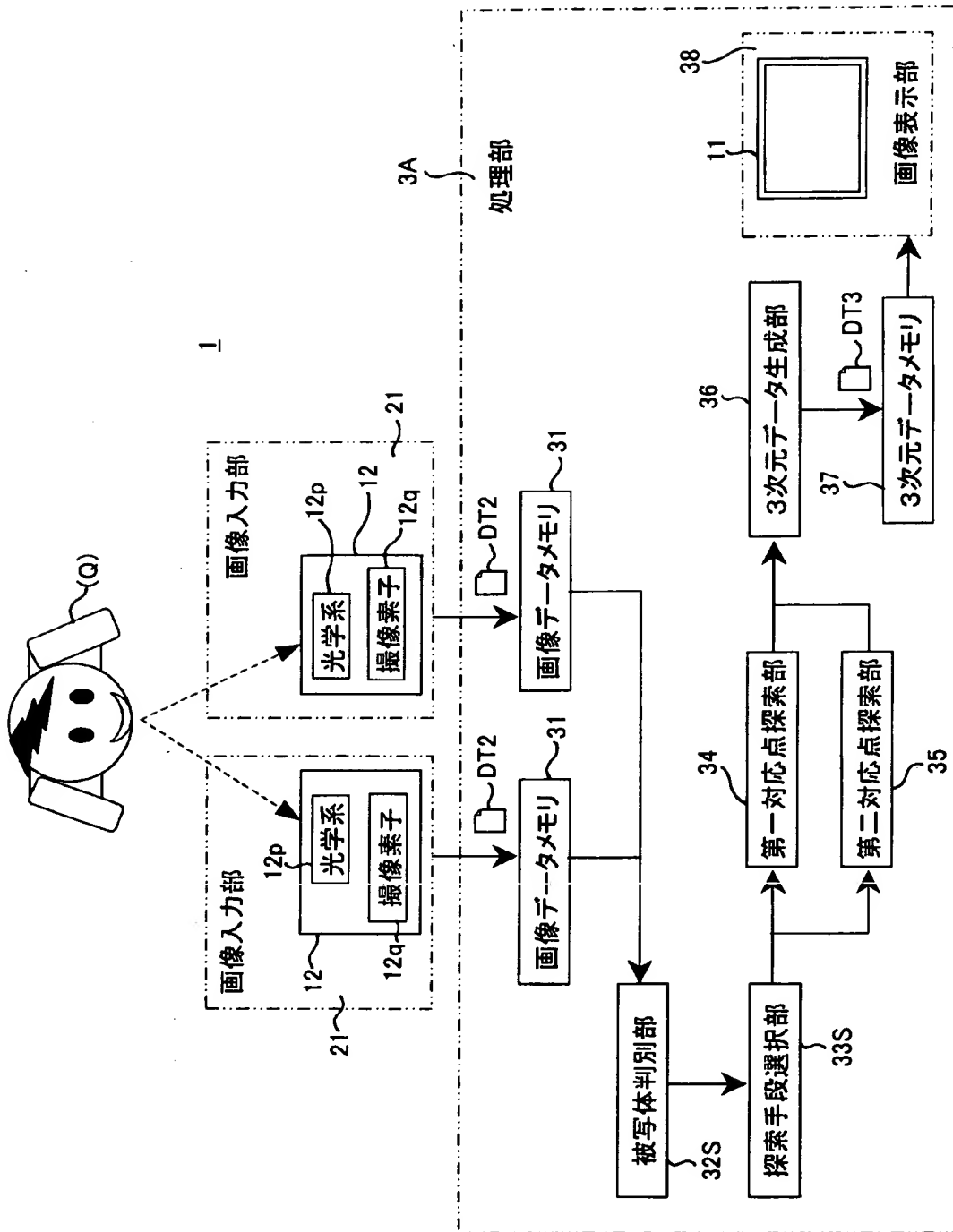
【書類名】

図面

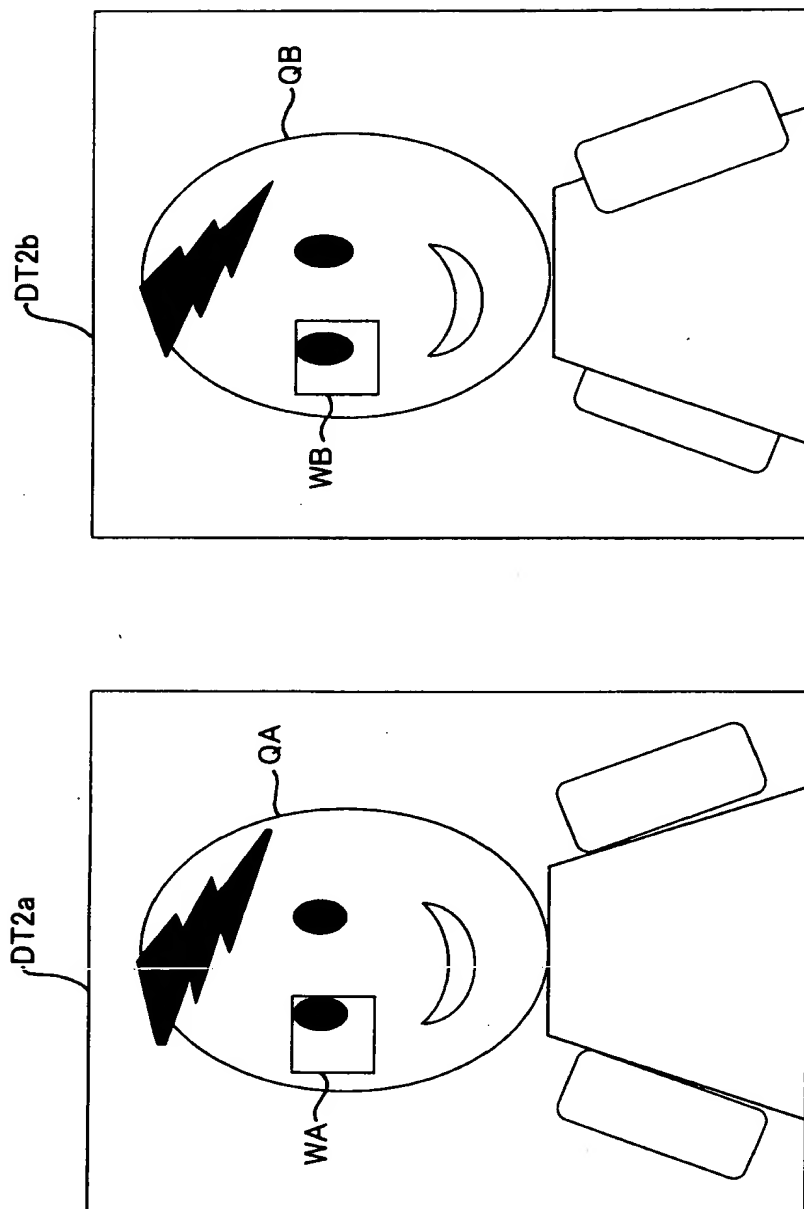
【図 1】



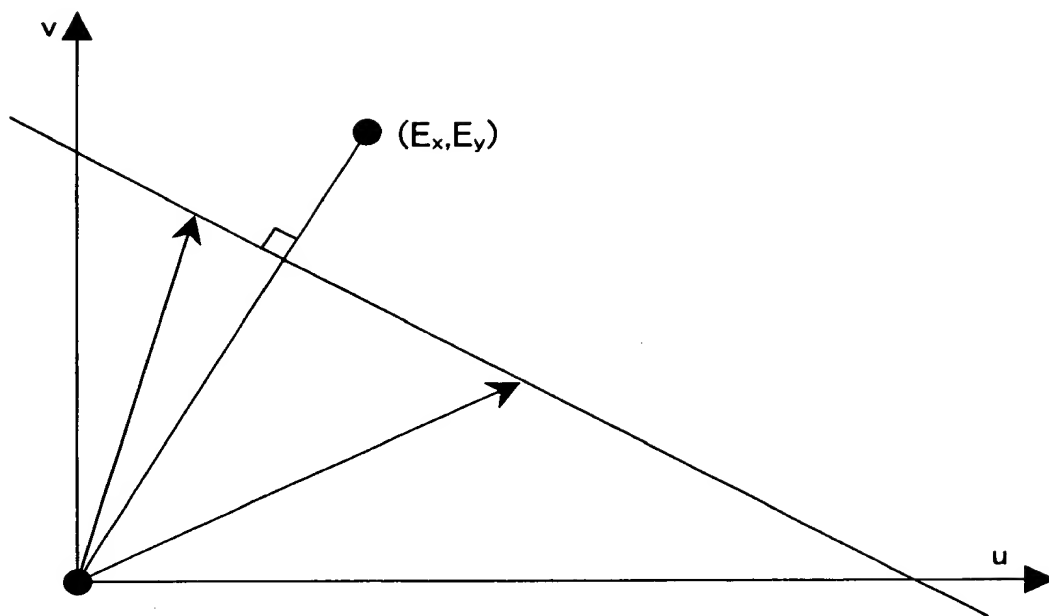
【図 2】



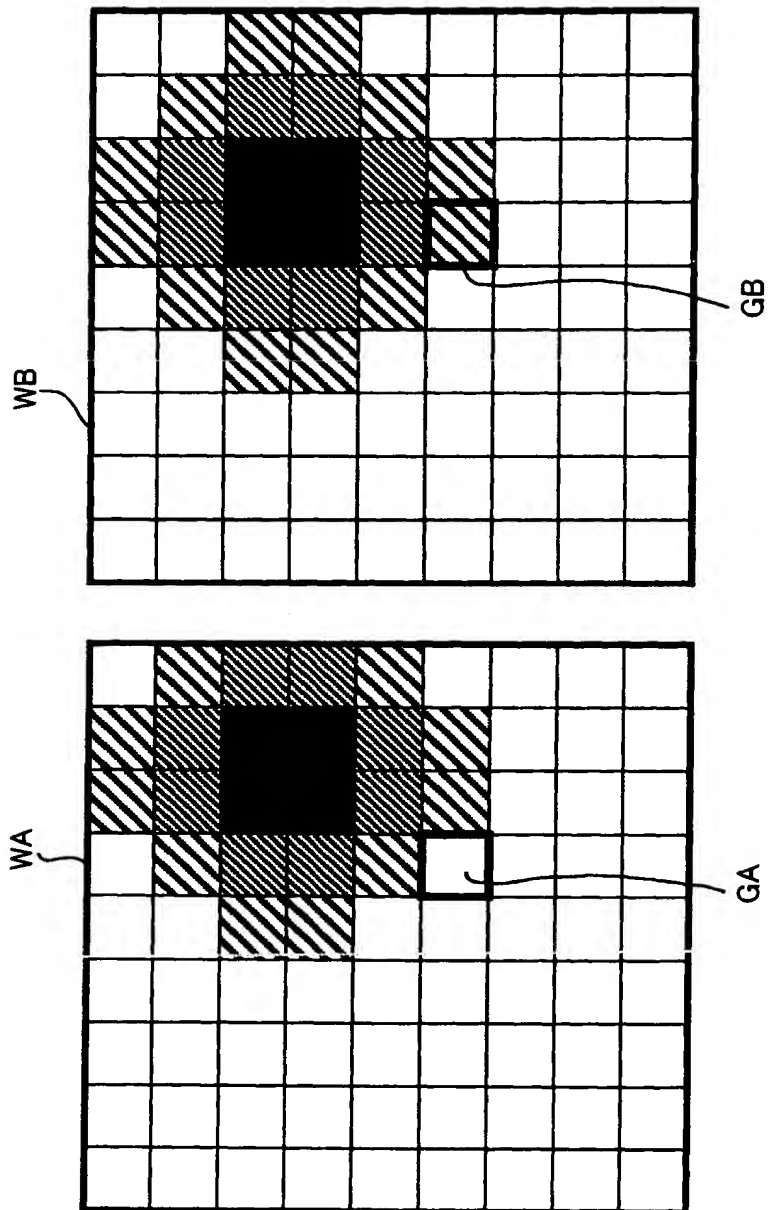
【図 3】



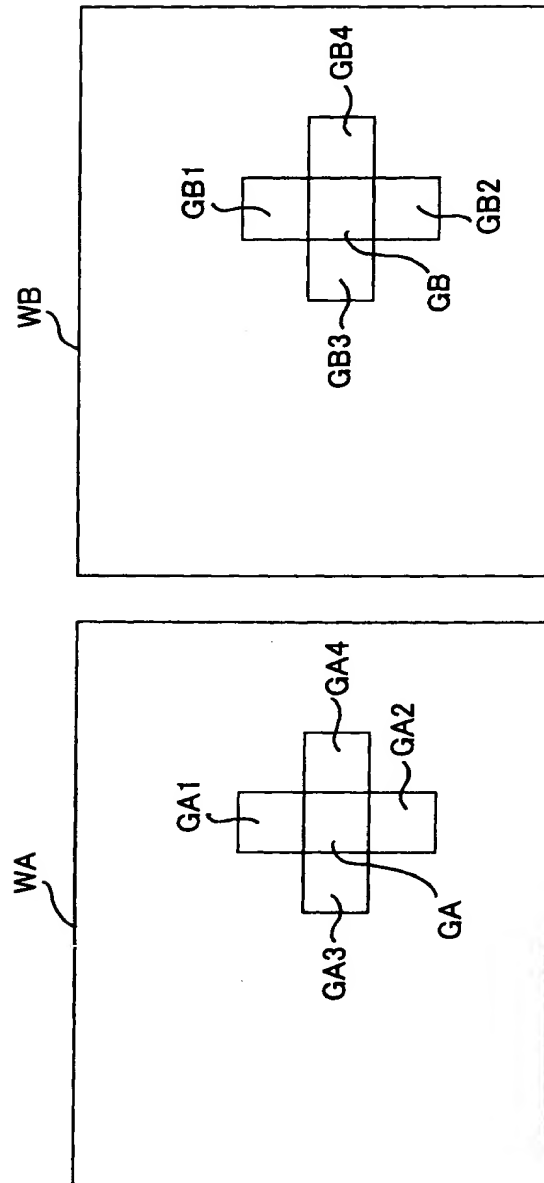
【图 4】



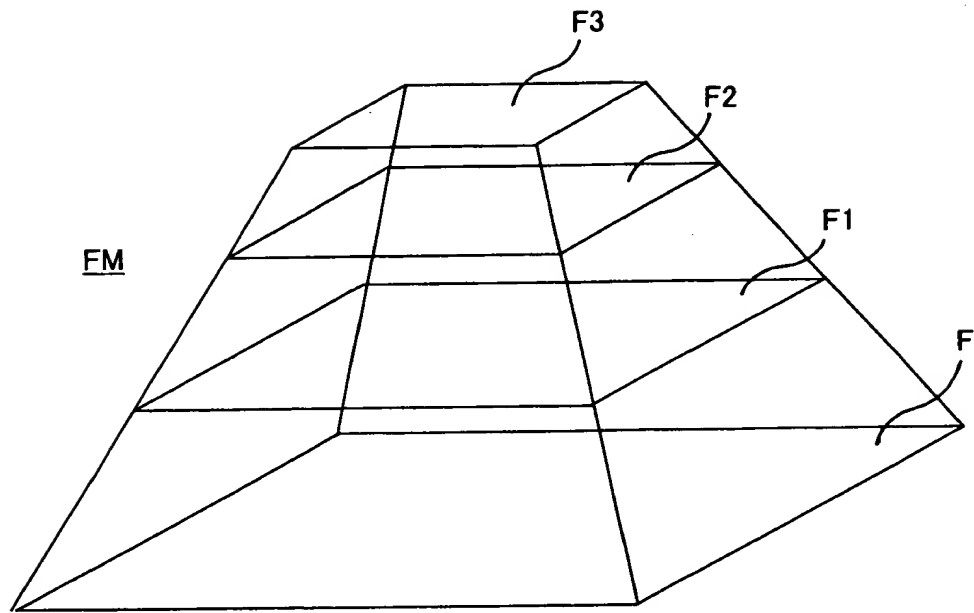
【図 5】



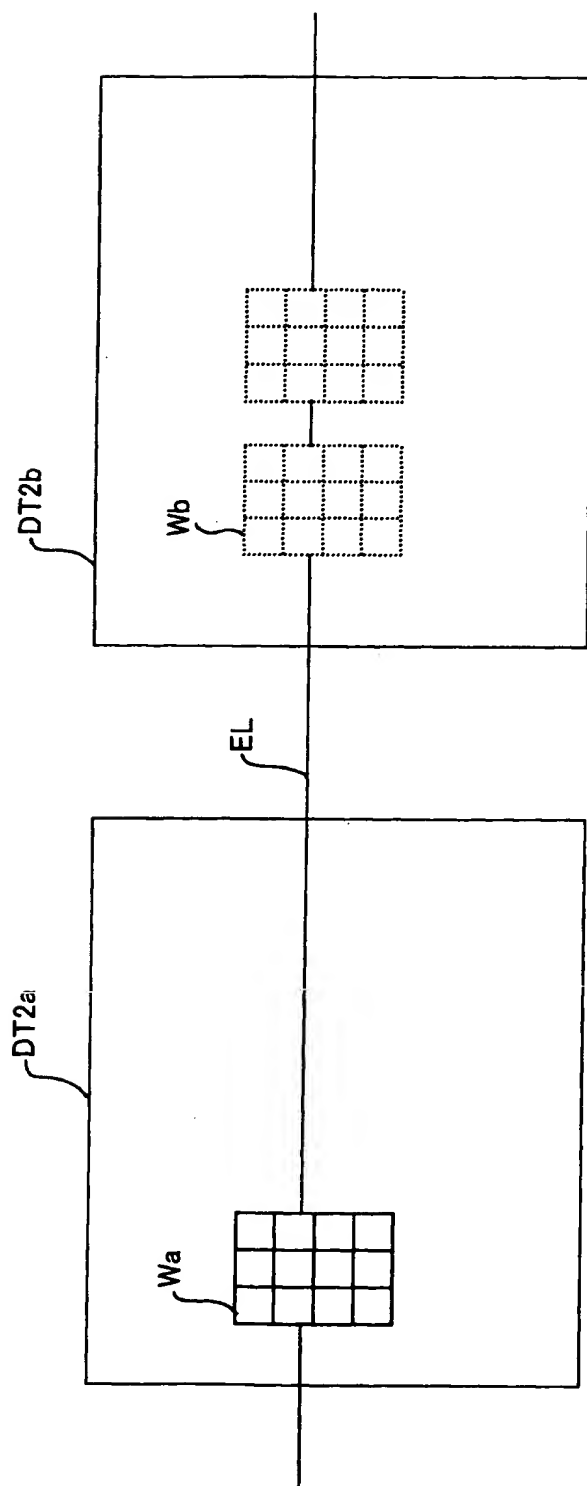
【図 6】



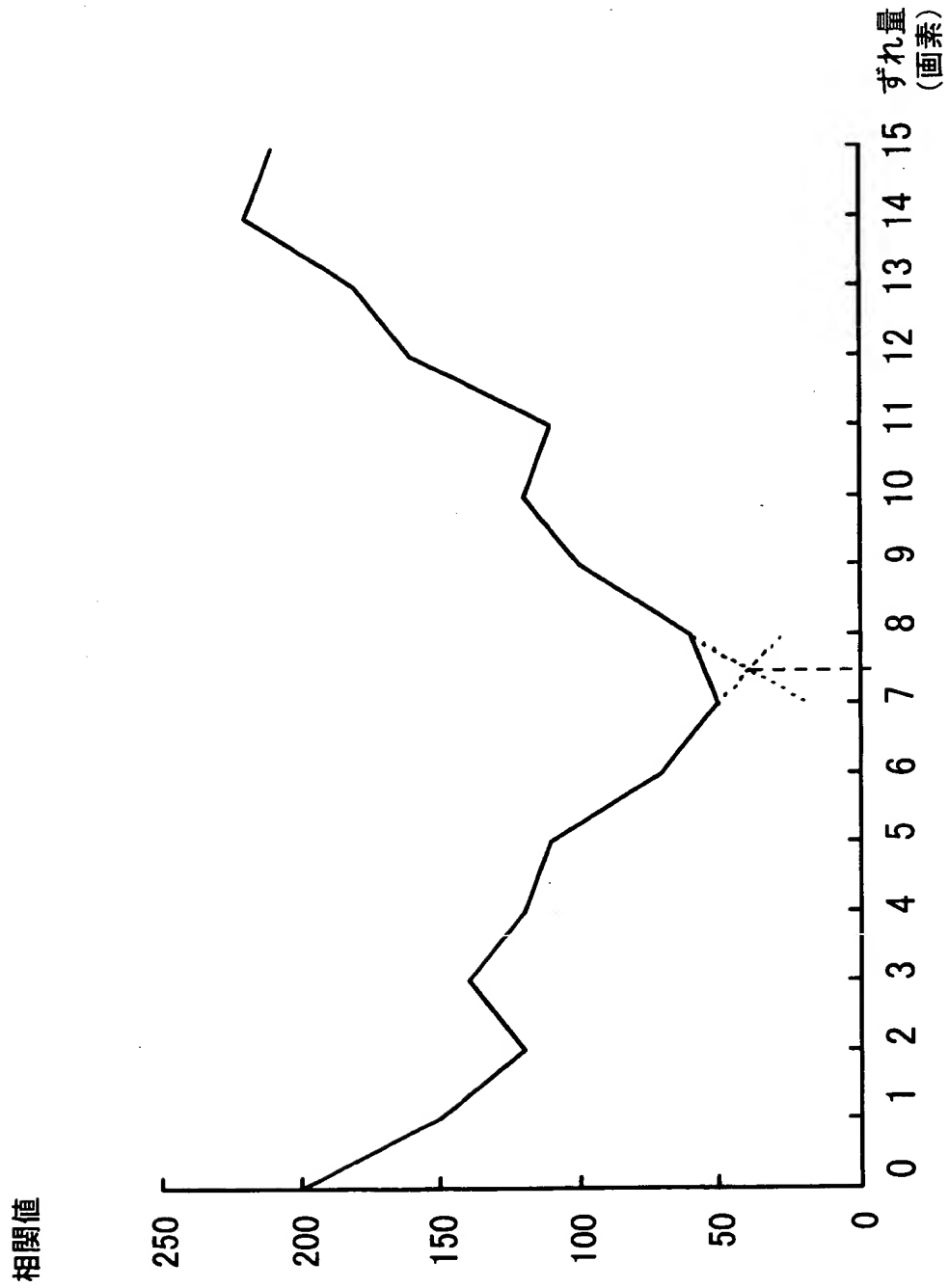
【図7】



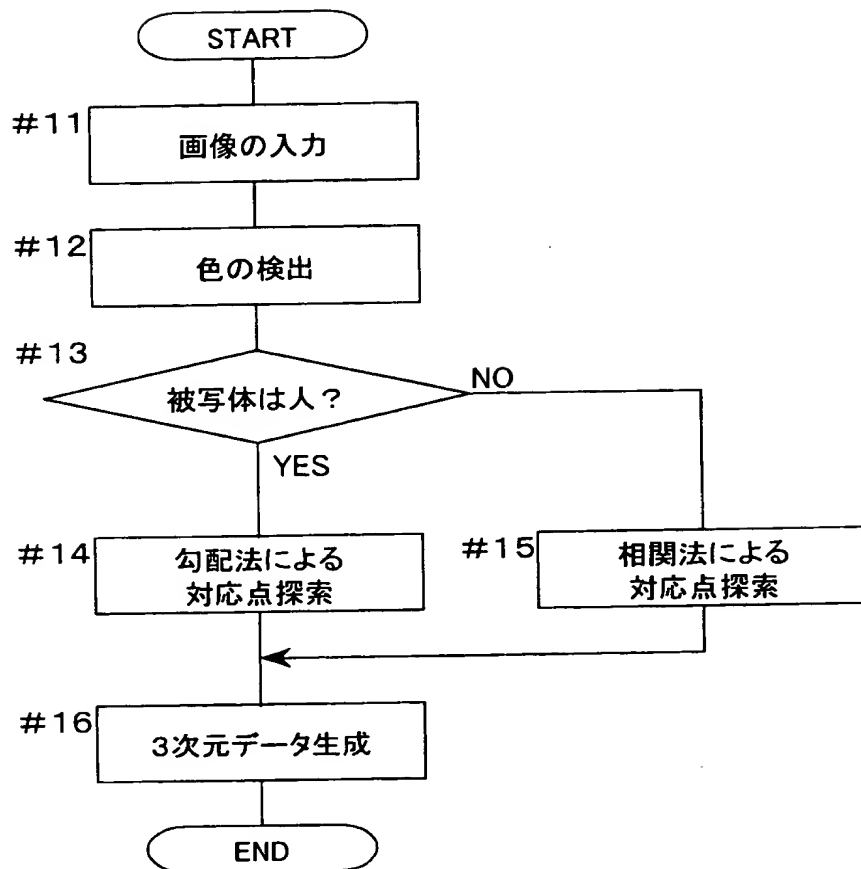
【図 8】



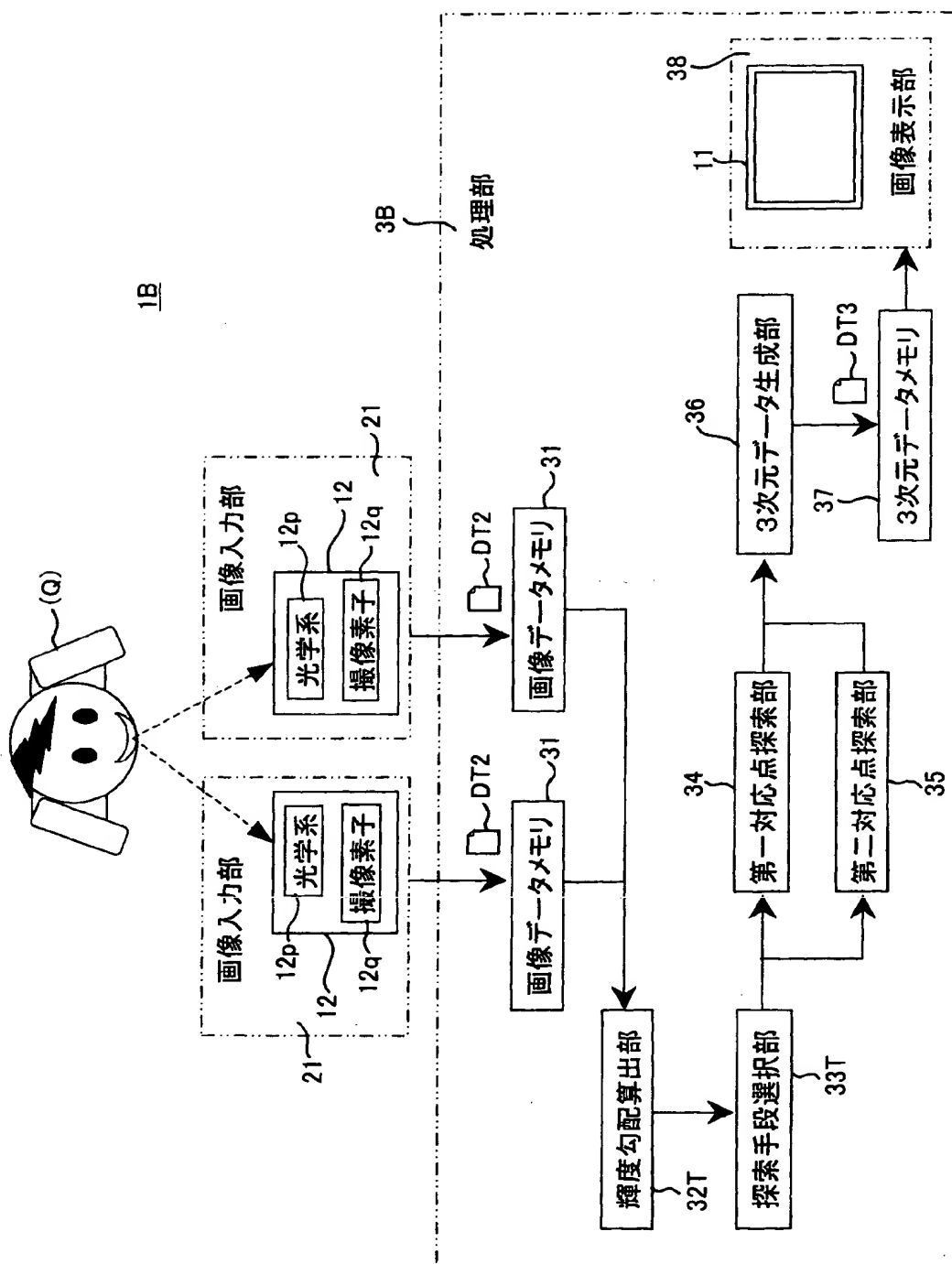
【図9】



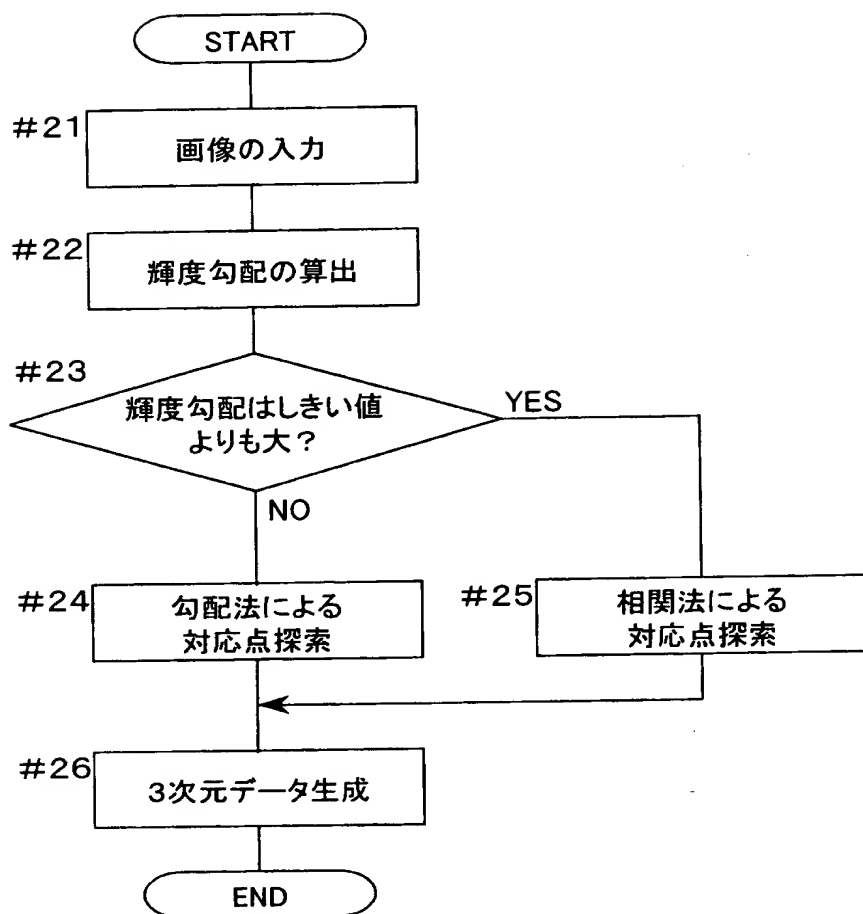
【図 1 0】



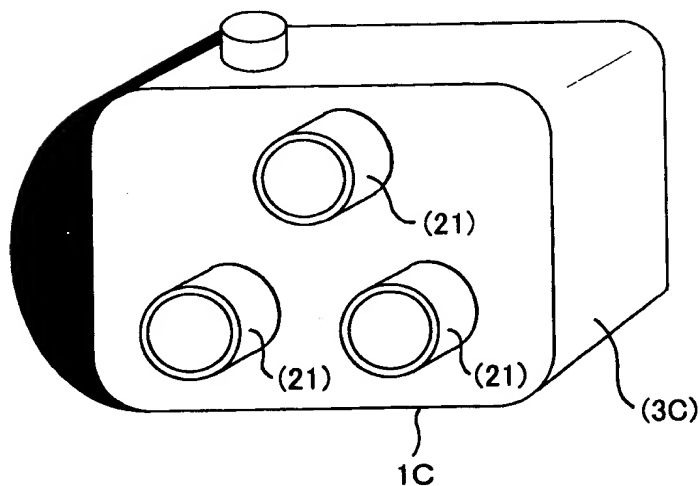
【図 11】



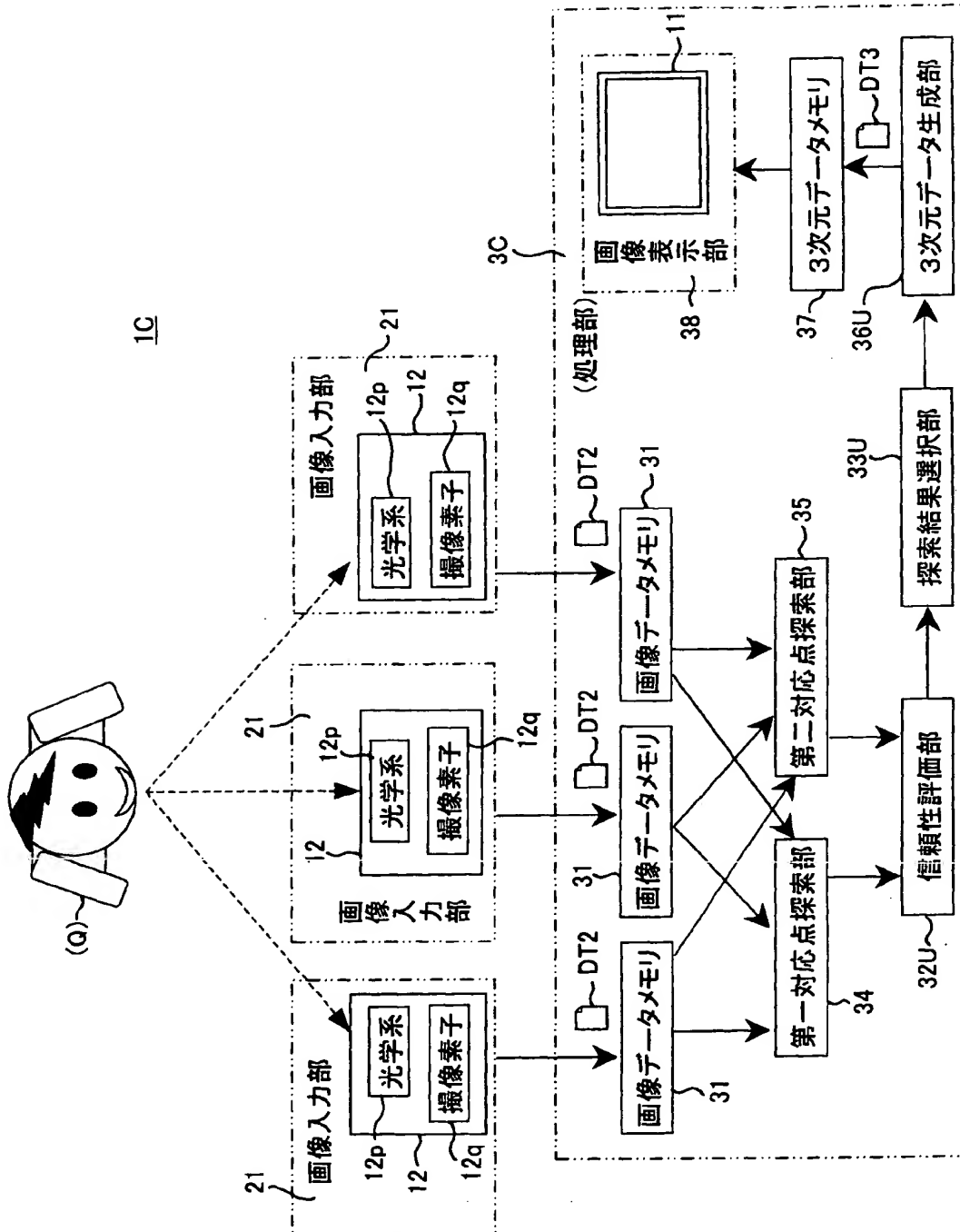
【図 1 2】



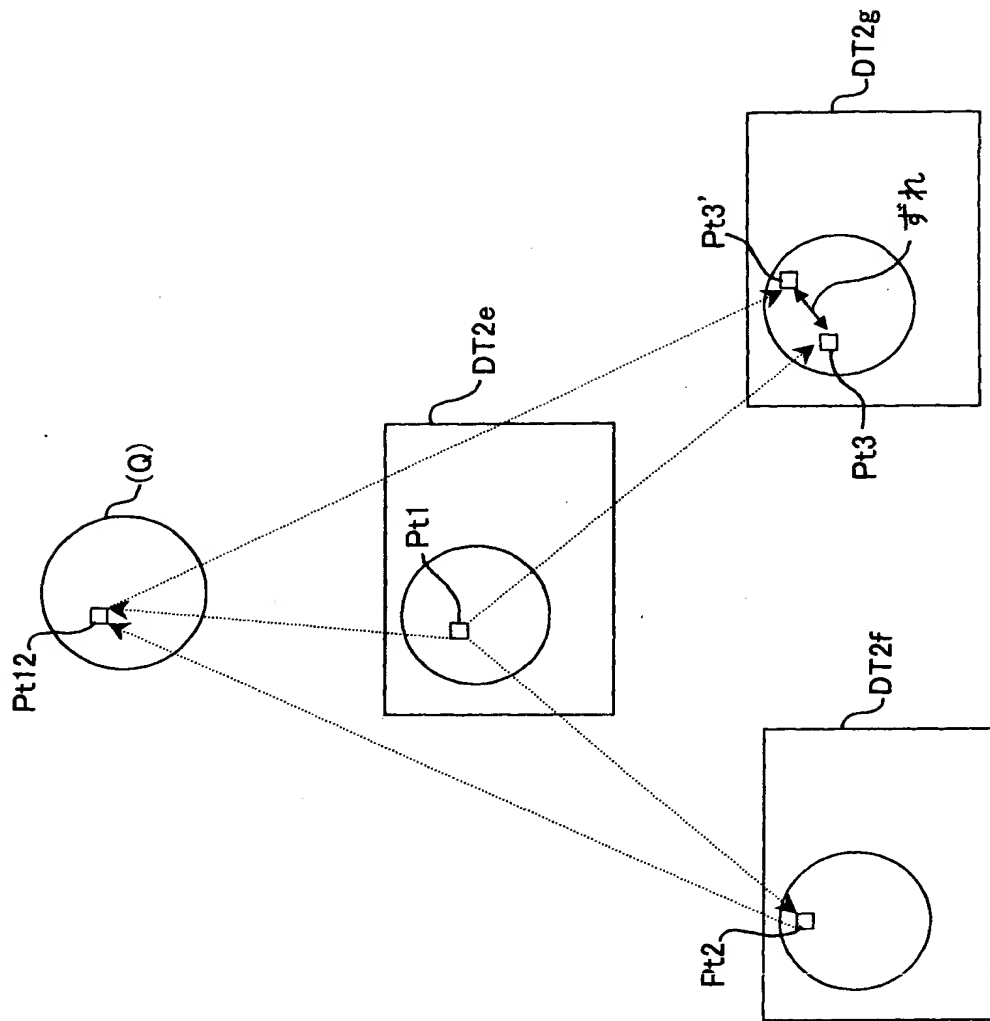
【図 1 3】



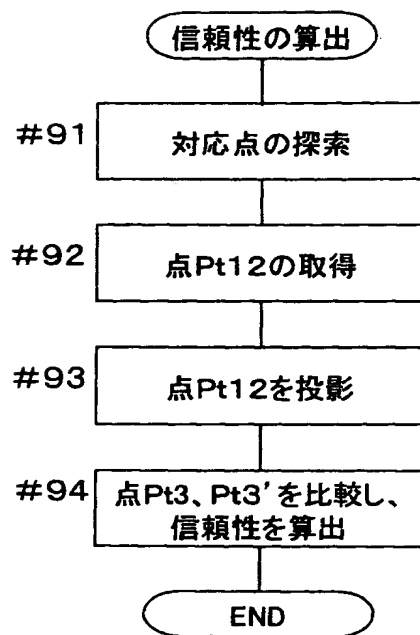
【図 14】



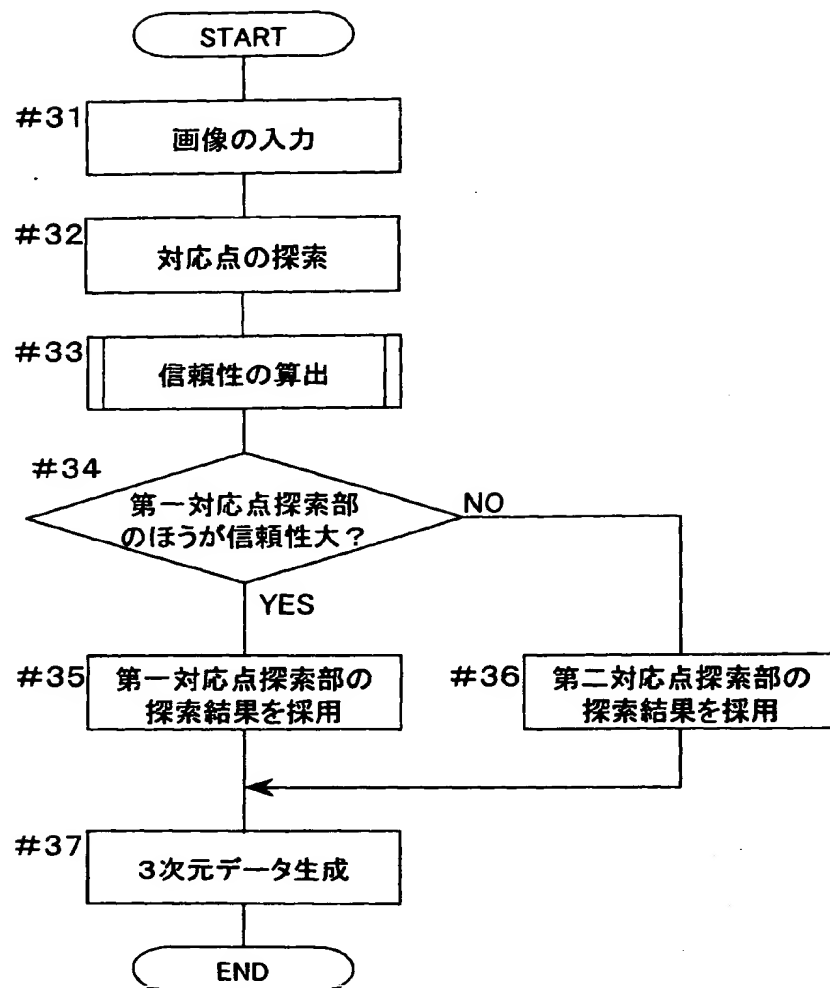
【図 15】



【図 16】



【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】被写体がどのようなものであっても、つまり例えば人間の顔であったり工業製品であったりしても、信頼性の高い3次元データを生成する。

【解決手段】 複数の画像入力部21と、複数の画像データDT2について勾配法によって互いの対応点を探索する第一対応点探索部34と、複数の画像データDT2について相関法によって互いの対応点を探索する第二対応点探索部35と、いずれか一方の対応点探索部を選択する探索手段選択部33Sと、いずれか一方の対応点探索部によって得られた探索結果に基づいて3次元データDT3を生成する3次元データ生成部36と、を有して構成される。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社